ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 19 mai sera remise au mardi 20.

Notice sur les travaux de M. Lazare Fuchs;
Par M. **Camille Jordan.**

« M. Lazare Fuchs, Correspondant de la Section de Géométrie, dont l'Académie déplore la perte récente, occupait une place éminente parmi les mathématiciens de l'Allemagne.

» Ses premiers travaux ont eu pour objet l'étude arithmétique des entiers complexes; mais il ne tarda pas à délaisser l'Arithmétique pour le Calcul intégral; et son nom vivra surtout par ses belles recherches sur l'application des principes de la théorie des fonctions aux équations différentielles.

» Un premier essai de ce genre avait été donné par Riemann dans son mémorable Mémoire sur l'équation de Gauss. Mais cet exemple était resté isolé jusqu'au jour où M. Fuchs, généralisant la méthode du grand géomètre, en fit l'application systématique à toutes les équations linéaires à coefficients uniformes.

» Les intégrales de ces équations jouissent de la propriété fondamentale de se transformer par une substitution linéaire lorsque la variable indépendante tourne autour d'un point critique. M. Fuchs en déduit l'expression de ces intégrales au moyen de séries de puissances entières, positives et négatives, multipliées par une puissance convenable de la variable, et, dans certains cas exceptionnels, par un facteur logarithmique.

» Ces considérations permettent d'intégrer par des séries toutes les équations linéaires à coefficients rationnels. Elles fournissent en effet, pour les intégrales, des développements en nombre limité, et convergeant chacun dans une certaine portion du plan. La concordance entre ces divers développements s'établit en les comparant ensemble dans une région où plusieurs d'entre eux convergent. M. Fuchs a d'ailleurs fait voir qu'on peut, par une transformation algébrique, réduire à deux seulement le nombre des régions distinctes à considérer.

» Le calcul des intégrales se simplifie beaucoup lorsque les séries suivant lesquelles on les développe sont limitées du côté des puissances négatives; car les coefficients peuvent alors s'obtenir par la méthode des coefficients indéterminés. Les équations dont les intégrales jouissent de cette propriété forment donc une classe remarquable. M. Fuchs assigne leurs caractères distinctifs; il donne en outre un critérium permettant de reconnaître si les intégrales contiennent ou non des logarithmes.

» Ce beau Mémoire, paru en 1866, est devenu promptement classique; il a servi de base à tous les travaux publiés depuis cette époque sur cette théorie.

» M. Fuchs a pris d'ailleurs une part prépondérante à son rapide développement; et l'on pourrait difficilement citer un progrès important dont il ne puisse revendiquer l'initiative.

» Ainsi, il avait été frappé de cette circonstance que toutes les intégrales particulières d'une équation linéaire ont les mêmes points critiques, dont la position peut être assignée *a priori*, sans intégration. Mais cette propriété fondamentale ne leur appartient pas exclusivement. Il s'est donc proposé de former toutes les équations à points critiques fixes, et il a donné la solution de ce problème pour le premier ordre. Pour le second ordre, la question est plus difficile et n'a été résolue que plus tard par M. Painlevé.

» C'est également M. Fuchs qui a posé le problème, traité, après lui, par plusieurs géomètres, de déterminer toutes les équations linéaires dont les intégrales sont algébriques. Par une ingénieuse application de la théorie des invariants, il est arrivé à des résultats presque définitifs pour les équations du deuxième et du troisième ordre.

» Une classe plus générale est celle des équations dont les intégrales sont liées par une relation algébrique homogène. M. Fuchs a étudié particulièrement sous ce point de vue les équations du troisième ordre et a obtenu les résultats suivants :

» Si la relation est quadratique, l'équation admet pour intégrales x^2,

xy, y^2, x et y désignant les deux intégrales d'une équation du deuxième ordre.

» Si le degré de la relation surpasse 2, l'équation a ses intégrales algébriques.

» Les périodes des intégrales abéliennes, considérées comme fonctions des paramètres, satisfont à des équations différentielles linéaires remarquables que M. Fuchs a appris à former.

» Enfin, par ses études sur l'inversion du quotient de deux intégrales d'une équation linéaire, M. Fuchs peut être compté, avec M. Schwarz, comme un précurseur de M. Poincaré; aussi celui-ci a-t-il désigné sous le nom générique de *fonctions fuchsiennes* les transcendantes nouvelles dont la découverte a commencé sa réputation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du siliciure de lithium.* Note de M. Henri Moissan.

« La découverte que nous avons faite, en collaboration avec M. Smiles, d'un nouvel hydrure de silicium liquide, spontanément inflammable à l'air, et de formule Si^2H^6, permettait de prévoir l'existence d'une série de siliciures métalliques répondant à la même formule. Il était logique de penser à les préparer tout d'abord au moyen des métaux alcalins.

» Lorsque l'on chauffe dans le vide un mélange de silicium pur amorphe ou cristallisé et d'un métal tel que le potassium ou le sodium, il se produit à la température d'ébullition du métal une très petite quantité de siliciure, mais la séparation en est pénible, et cette réaction ne peut servir de procédé de préparation ([1]).

» On réussit mieux avec le lithium, ainsi que nous allons le démontrer dans ce travail.

» *Préparation du siliciure de lithium* Si^2Li^6. — Nous avons placé dans une nacelle de nickel, en présence d'un excès de lithium, du silicium porphyrisé qui avait été obtenu par le procédé de M. Vigouroux ([2]). La nacelle métallique, disposée sur une lame de mica, est introduite dans un tube en acier qui peut être chauffé au moyen d'une petite grille à analyse. Une des

---

([1]) H. Moissan et S. Smiles, *Préparation et propriétés d'un nouvel hydrure de silicium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 569).

([2]) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 5.

extrémités de ce tube est fermée par une lame de verre au moyen de gomme-laque fondue, et l'autre communique avec une trompe à mercure. Lorsque le vide est fait dans l'appareil, on élève lentement la température, l'attaque se produit avec tranquillité, et l'on maintient le vide pendant toute la durée de la préparation. On augmente ensuite lentement la température, et l'on ne doit atteindre le rouge sombre qu'après 2 ou 3 heures. Lorsque l'appareil est refroidi, on retire la nacelle qui contient un mélange de lithium et de siliciure de lithium.

» Nous avons essayé tout d'abord de séparer l'excès de lithium au moyen de l'ammoniac liquéfié par une méthode qui nous a déjà fourni des résultats intéressants. Le lithium produit en effet avec ce liquide un métal-ammonium (¹), ainsi que nous l'avons démontré précédemment, et ce composé est soluble dans l'ammoniac. Mais cette méthode de préparation est longue et délicate à cause de la faible solubilité du lithium-ammonium.

» Nous avons alors enlevé l'excès de lithium par distillation dans le vide. Pour que cette expérience réussisse, la température doit être maintenue pendant plusieurs heures au-dessus de 400°, afin que l'attaque soit aussi complète que possible, et au-dessous de 500°, pour ne pas produire la dissociation du siliciure.

» Dans ces conditions, on obtient, à la fin de l'opération, une distillation complète de l'excès de lithium, et il reste dans la nacelle une masse cristalline d'un bleu violet foncé et très hygroscopique.

» *Propriétés physiques.* — Le siliciure de lithium se présente en petits cristaux brillants d'un bleu-indigo foncé qui, examinés au microscope, présentent une grande homogénéité. Sa densité prise dans l'essence de térébenthine est voisine de 1,12. Ce composé est dissociable dans le vide au-dessus de 600°. Il fournit alors des vapeurs de lithium et il abandonne du silicium amorphe.

» *Propriétés chimiques.* — L'hydrogène au-dessous de 600° n'a pas d'action sur le siliciure de lithium. Au delà de cette température, la dissociation du siliciure se produit, il se dégage des vapeurs métalliques qui, par refroidissement, fournissent de l'hydrure de lithium.

» Dans une atmosphère de gaz fluor, le siliciure de lithium doit être très légèrement chauffé, pour réagir avec incandescence en produisant du fluorure de lithium fondu et du fluorure de silicium gazeux. La réaction

(¹) H. Moissan, *Préparation du lithium-ammonium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 685).

est identique avec le chlore. Au contact de la vapeur de brome et de la vapeur d'iode, il faut atteindre le rouge sombre pour que la réaction se produise avec dégagement de chaleur et de lumière.

» Le siliciure de lithium, légèrement chauffé sur une lame de platine, en présence de l'air, brûle, fond et perce rapidement la lame de platine. Chauffé dans un courant d'oxygène au rouge sombre, il brûle avec une lumière éblouissante et un grand dégagement de chaleur.

» Avec le soufre fondu, il se produit, avant le point d'ébullition de ce corps simple, une incandescence très vive. Il se forme un polysulfure de lithium et du sulfure de silicium. Ce dernier composé est détruit par l'eau froide avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Le sélénium en fusion attaque de même ce siliciure avec violence; il se fait un polyséléniure soluble dans l'eau. Le tellure réagit de même au rouge avec un grand dégagement de chaleur. Il ne se produit pas de tellurure attaquable par l'eau.

» Le phosphore, légèrement chauffé avec ce siliciure, l'attaque avec incandescence. Au contraire, l'arsenic et l'antimoine s'y combinent au rouge sombre sans dégagement de lumière. On obtient, dans ces dernières réactions, des alliages cristallins qui sont attaqués lentement par l'eau froide.

» Le siliciure de lithium possède en somme des propriétés réductrices très énergiques. Chauffé au rouge sombre avec du sesquioxyde de chrome, il le décompose avec incandescence et fournit un alliage d'apparence métallique lentement décomposable par l'eau. Le sesquioxyde de fer sera réduit dans les mêmes conditions et produira un alliage brillant, agissant sur l'aiguille aimantée, ne décomposant pas l'eau froide, et très attaquable par les acides étendus. Le siliciure de lithium réduit de même les oxydes de manganèse; il décompose la chaux et n'a pas d'action sur l'alumine.

» Si l'on vient à laisser tomber un fragment de siliciure de lithium sur de l'acide sulfurique mono-hydraté, le siliciure devient incandescent et court sur la surface du liquide comme un morceau de potassium sur l'eau. Le phénomène de réduction est très énergique; il se dégage de l'hydrogène sulfuré et il se produit un dépôt de soufre.

» La même réaction, faite en présence d'acide nitrique monohydraté, devient explosive. Chaque parcelle de siliciure est instantanément portée à l'incandescence, et l'on voit se former dans l'acide un dépôt de silice, tandis que des vapeurs de peroxyde d'azote se produisent en abondance.

» Au contact d'une solution d'acide chlorhydrique, le siliciure de lithium

devient incandescent; mais la silice hydratée, qui entoure chaque fragment d'une couche blanche, limite en partie la réaction. Avec l'acide chlorhydrique étendu d'eau, le siliciure de lithium dégage avec rapidité un gaz spontanément inflammable. L'expérience est très belle lorsque l'on emploie une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique à la température de -20°. Le gaz qui se produit prend feu à l'air, brûle avec une flamme très blanche et dépose du silicium amorphe.

» L'action de l'eau a été étudiée avec soin. Lorsque l'on projette quelques parcelles de ce siliciure de lithium dans une petite quantité d'eau, la décomposition est instantanée; le liquide devient alcalin, contient de la silice en suspension, et il se dégage un gaz spontanément inflammable à l'air. En résumé, l'action est très violente. Pour modérer cette décomposition, nous avons placé au fond d'un tube à essai une petite quantité de siliciure que nous avons recouverte de glycérine. L'attaque ne se produit pas et le siliciure reste au fond du tube. On place alors de l'eau distillée au-dessus de cette glycérine sirupeuse, puis l'on retourne le tube dans un verre rempli d'eau. Dans ces conditions, l'attaque est beaucoup plus lente : il se dégage un gaz qui, après lavage à l'eau, est analysé. Ce gaz est de l'hydrogène pur, ne contenant pas trace d'hydrogène silicié. Si, maintenant, nous décomposons ce siliciure de lithium au moyen d'une solution de potasse ou de soude, nous n'obtenons jamais de gaz inflammable. Il se forme encore de l'hydrogène pur.

» Toutes ces expériences, qui, à première vue, paraissent contradictoires, s'expliquent très simplement. Lorsque la décomposition du siliciure de lithium est produite par une petite quantité d'eau ou par une solution acide, il se produit un mélange d'hydrogène et d'hydrogène silicié, contenant des vapeurs du composé Si^2H^6, qui rendent le mélange spontanément inflammable. Au contraire, la décomposition lente par l'eau, produisant tout d'abord de la lithine, de même que la décomposition en présence d'une solution alcaline, ne pourront pas donner de gaz spontanément inflammable, puisque les hydrures de silicium SiH^4 et Si^2H^6 sont détruits par leur contact avec les alcalis. Dans ce cas, il ne se dégagera que de l'hydrogène pur.

» Nous décrirons encore une autre expérience qui nous a semblé curieuse. Nous avons démontré précédemment qu'une solution d'acide chlorhydrique dans l'eau décomposait le siliciure avec formation de gaz spontanément inflammable.

» Ce gaz contenait donc des vapeurs du composé Si^2H^6. Si nous faisons à froid une solution de gaz acide chlorhydrique dans l'éther sec, ce liquide

n'a aucune action sur le siliciure de lithium. Au contraire, dès qu'il contiendra une petite quantité d'eau, l'action décomposante dont nous avons parlé précédemment se produira. Nous savons du reste, depuis longtemps, que la solution de l'acide chlorhydrique dans l'éther n'est pas comparable à sa solution dans l'eau. On peut dire que cette solution éthérée ne contient point d'ions en liberté.

» *Analyse*. — La décomposition du siliciure de lithium par l'eau ou les acides était trop violente pour nous permettre un procédé d'attaque régulier de ce composé. Nous avons alors utilisé l'action lente de la vapeur d'eau. A cet effet, nous avons disposé un poids déterminé de ce siliciure dans une nacelle. Cette nacelle a été placée dans une cloche courbe à analyse de gaz, dont la grande branche était maintenue horizontale. Une petite quantité d'eau maintenue solide à — 50° se trouvait dans la partie courbe de la cloche. On faisait ensuite rapidement le vide dans cet appareil au moyen d'une trompe à mercure.

» Enfin, on laissait l'eau reprendre l'état liquide et on l'abandonnait à la température du laboratoire. Sa vapeur réagissait lentement sur le siliciure de lithium. Il se dégageait un gaz qui était recueilli, mesuré et analysé. Ce gaz était de l'hydrogène pur. Après 36 heures, lorsque tout dégagement de gaz avait cessé, on chauffait légèrement l'eau et, après quelques heures, on retirait la nacelle. Le siliciure était transformé en poussière blanche dans laquelle on dosait la lithine et la silice par les procédés connus. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour Si^2Li^6.
Lithium	42,34	42,22	42,85
Silicium.........	57,50	57,40	57,14

GÉOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du 6 mai 1902*. Note de M. MICHEL LÉVY.

« J'ai reçu, le 6 mai dernier, un télégramme de M. Kilian, Professeur de Géologie à l'Université de Grenoble, m'annonçant que le sismographe Kilian-Paulin venait d'enregistrer le matin à $3^h 4^m 49^s$, heure du méridien de Paris, une secousse sismique de direction nord-est. Les journaux du soir et du lendemain matin nous ont appris que cette secousse avait été ressentie dans le sud-ouest de la France et le long de la côte méditerranéenne orientale de l'Espagne; c'est aux environs de Murcie que les effets les plus violents ont été signalés.

» Une autre observation plus précise de l'heure et de la direction des secousses a été enregistrée à Floirac près Bordeaux, direction nord-ouest,

heure $3^h 5^m 30^s$; le passage des vibrations se serait donc fait sentir à Floirac 41 secondes aprés celles de Grenoble; en leur supposant une vitesse de 3^{km} par seconde, l'épicentre devrait être de 123^{km} plus éloigné de Floirac que de Grenoble, et d'ailleurs au sud-est de Floirac, au sud-ouest de Grenoble; ces considérations théoriques et hypothétiques le situeraient donc en pleine Méditerranée, à l'est de Murcie, au sud de Minorque.

» Quoi qu'il en soit, il nous paraît que le tremblement de terre du 6 mai affecte l'effondrement en ovale méditerranéen, qui a découpé la côte orientale d'Espagne, en la jalonnant d'éruptions volcaniques (Olot, Columbret, Carthagène, Cap de Gâte). Il est intéressant de remarquer que c'est également le long d'un effondrement en ovale méditerranéen, celui des Petites Antilles, que, le surlendemain 8 mai, a eu lieu la terrible catastrophe de Saint-Pierre. »

MÉCANIQUE. — *Sur les fluides compressibles visqueux.* Note de M. P. Duhem.

« Les difficultés que soulève l'étude des liquides visqueux conduisent à se demander si les équations proposées pour le mouvement de semblables corps sont rigoureusement exactes. En fait, il est aisé de reconnaître qu'elles ne s'accordent point avec les principes sur lesquels nous avons fondé la théorie de la viscosité ([1]).

» Soit un système dont chaque élément de volume $d\varpi$ est défini par sa température T et par un certain nombre de variables normales, deux par exemple, α, β. Le travail virtuel de la viscosité y est de la forme $\int d\tau_v \, d\varpi$; $d\tau_v$ a pour valeur $(f_\alpha \delta\alpha + f_\beta \delta\beta)$, f_α, f_β étant des fonctions linéaires et homogènes de $\alpha' = \frac{d\alpha}{dt}$, $\beta' = \frac{d\beta}{dt}$; ce sont, en outre, des fonctions de α, β, T.

» La définition la plus nette que l'on puisse donner du mot *fluide* est la suivante : Un fluide est un corps dont chaque élément est dans un état entièrement défini par la température T et une seule variable normale, la densité ρ.

» Dès lors, au sein d'un fluide, le travail virtuel de la viscosité doit se

---

([1]) *Recherches sur l'Hydrodynamique*, 1re Partie, Chap. I, § 1 (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2e série, t. III, 1901, p. 315).

réduire à

$$\delta\mathfrak{E}_v = \int f(\rho, \mathrm{T}) \frac{d\rho}{dt} \delta\rho \, d\varpi. \tag{1}$$

» Pour un fluide incompressible, il est identiquement nul. Donc, selon nos principes, *si un corps est rigoureusement fluide et rigoureusement incompressible, on doit le regarder comme dénué de viscosité.*

» Les seuls fluides visqueux dont ces principes reconnaissent l'existence sont les fluides compressibles; les propriétés de ces fluides découlent toutes de l'égalité (1).

» On voit sans peine que ces propriétés sont celles que donneraient les équations habituellement reçues si l'on y faisait $\mu(\rho, \mathrm{T}) = 0$.

» On a alors, en gardant nos notations habituelles,

$$\nu_x = \nu_y = \nu_z = -\lambda(\rho, \mathrm{T})\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) = -\lambda(\rho, \mathrm{T})\,\theta,$$
$$\tau_x = \tau_y = \tau_z = 0.$$

» Il en résulte immédiatement que le vecteur (p_x, p_y, p_z) est toujours normal à l'élément sur lequel il agit; d'où cette autre conséquence : *Que l'on admette l'hypothèse de Navier* ($f < 0$, $\mathfrak{C} = 0$), *ou que l'on suppose* $\mathfrak{C}$ *négatif, le fluide adhère toujours aux solides avec lesquels il est en contact.*

» Π étant la pression réelle, désignons par P une *pression fictive* égale à $\Pi - \lambda(\rho, \mathrm{T})\,\theta$. Les équations de l'Hydrodynamique prendront une forme

$$\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial x} - \rho(\mathrm{X}_i + \mathrm{X}_e - \gamma_x) = 0, \quad \ldots,$$

ne différant que par la substitution de P à Π de celle qui convient aux fluides non visqueux. Mais l'équation de compressibilité et de dilatation, qui était $\Pi - \rho^2 \frac{\partial \zeta(\rho, \mathrm{T})}{\partial \rho} = 0$, deviendra

$$\mathrm{P} - \rho^2 \frac{\partial \zeta(\rho, \mathrm{T})}{\partial \rho} - \frac{\lambda(\rho, \mathrm{T})}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = 0. \tag{2}$$

» *Les lois du mouvement d'un fluide compressible visqueux ne diffèrent plus qu'en un point des lois du mouvement d'un fluide compressible parfait : Il n'existe plus de relation en termes finis entre la pression* P, *la température* T *et la densité* ρ; *cette relation est remplacée par une équation différentielle qui détermine* $\frac{d\rho}{dt}$ *lorsqu'on connaît* ρ, T, P. »

» Nous avions été conduit directement, il y a plusieurs années, à présenter sous cette forme l'étude des fluides visqueux [1].

» Désignons par $F(\rho, T)$ la quantité essentiellement positive $\frac{\partial}{\partial \rho}\left[\rho^2 \frac{\partial \zeta(\rho, T)}{\partial \rho}\right]$; par ρ_0 la densité que présenterait le fluide en équilibre sous la pression P et à la température T; par ρ' une valeur comprise entre ρ et ρ_0; l'égalité (2) peut s'écrire

$$\frac{d\rho}{dt} = -\frac{\rho}{\lambda(\rho, T)\,F(\rho', T)}(\rho - \rho_0). \tag{3}$$

» *En chaque point d'un fluide compressible parfait où la pression et la température sont* P *et* T, *la densité* ρ *a la même valeur* ρ_0 *que si le fluide était en équilibre sous cette pression et à cette température. Il n'en est plus de même au sein d'un fluide visqueux en mouvement; mais, pour chaque point matériel et à chaque instant, la vitesse de variation de la densité est d'un sens tel qu'elle tende à rapprocher la densité* ρ *de la valeur de* ρ_0 *qui convient à ce point et à cet instant.*

» Supposons que l'indice de viscosité $\frac{\lambda(\rho, T)}{\rho}$ soit petit; supposons, en outre, que ρ et T ne soient pas voisins de la densité et de la température critiques, cas auquel $F(\rho, T)$ n'est pas très grand. L'égalité (3) conduit à la proposition suivante :

» *Au sein d'un fluide peu visqueux où la vitesse n'éprouve pas des variations très considérables lorsqu'on passe d'un point au point voisin, la densité* ρ, *en chaque point et à chaque instant, diffère très peu de la valeur* ρ_0 *qui correspond au même point et au même instant.*

» Cette proposition marque de quelle manière les fluides parfaits sont la forme limite des fluides peu visqueux.

» Nous avons énoncé ces diverses propositions en supposant que les actions, tant extérieures qu'intérieures, étaient newtoniennes; lorsqu'elles ne le sont plus, ces théorèmes demeurent valables.

» Nous examinerons, dans une prochaine Note, ce qui advient lorsque la densité ρ et la température T sont voisines de la densité et de la température critiques. »

---

[1] *Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique*, t. II, p. 163 (Paris, 1898).

PÉTROGRAPHIE. — *Coloration noire des rochers formant les cataractes du Nil.* Note de MM. LORTET et HUGOUNENQ.

« Les deux chutes inférieures du Nil, celle de Ouadi-Halfa et celle d'Assouan, ne sont pas de véritables cataractes, comme on pourrait le croire. Ce sont de simples rapides formant une multitude de bras plus ou moins torrentueux, qui divisent le grand fleuve et qui contournent dans tous les sens des îlots plus ou moins élevés, formés par d'innombrables blocs entassés les uns sur les autres. A la première cataracte, ces masses qui arrêtent le cours des eaux sont surtout formées par des roches éruptives : syénites, granits roses ou gris, porphyres, etc. La seconde cataracte, étendue sur 5 ou 6 lieues de long et de large, présente peu de masses éruptives, mais surtout des grès très fortement ferrugineux et manganésifères.

» Lorsqu'on parcourt en barque les mille méandres de ces canaux profonds, animés quelquefois de remous inquiétants, on est très frappé de la couleur d'un noir intense, ressemblant à un vernis, que présentent ces rochers toujours immergés pendant les hautes eaux. On croirait naviguer au milieu d'énormes entassements d'une houille très foncée et très luisante. Le brillant de la roche provient d'un poli remarquable, dû aux frictions continuées pendant des milliers d'années par des eaux chargées de substances sableuses dures. La couleur noire provient d'une décomposition et d'une oxydation particulière du silicate de manganèse contenu en certaine quantité dans les roches éruptives, ainsi que dans les grès dont nous avons parlé plus haut, ce qui résulte des analyses faites avec beaucoup de soins par l'un d'entre nous.

» Les échantillons de granit et de porphyre présentent une surface uniformément noire et polie.

» Si l'on dépose à la surface une goutte d'acide chlorhydrique concentré, celle-ci se colore aussitôt en brun noir, et la roche apparaît décapée, ne présentant plus que la coloration de ses parties profondes : noir verdâtre avec le porphyre; jaune, rose ou gris dans le cas du granit.

» En recueillant l'acide chlorhydrique qui a lavé la surface d'un échantillon, on obtient un liquide brun, un peu trouble, qui à chaud se décolore et devient limpide : du chlore se dégage, et dans la liqueur l'analyse démontre la présence du manganèse. En d'autres termes, la roche est recouverte d'une couche mince de bioxyde de manganèse noir.

» Les points décapés par l'acide apparaissent décolorés, mais ils conservent leur aspect lisse et brillant, dû à l'action mécanique des eaux troubles du Nil, entraînant, pendant les crues, un sable fin et rugueux dont on retrouve les traces dans les anfractuosités.

» Il ne faudrait pas voir dans le bioxyde de manganèse un sédiment apporté par les eaux; s'il en était ainsi, tous les rochers baignés par le fleuve, en aval de la cataracte, devraient être également teints en noir, ce qui n'a pas lieu. Le manganèse préexiste dans la pâte de la roche, mais non à l'état de bioxyde. Si, en effet, on attaque à froid par l'acide chlorhydrique une surface de cassure fraîche, l'acide chlorhydrique ne dissout pas de manganèse et ne dégage pas de chlore. Par contre, si l'on pulvérise un fragment prélevé au centre d'un échantillon et que l'on attaque la poudre par l'acide nitrique bouillant, du manganèse entre en dissolution.

» En résumé, les roches qui barrent le cours du Nil et forment la première cataracte sont des bancs de granit et de porphyre manganésifères, usés et polis par les molécules de sable que le fleuve entraîne dans ses rapides. Sous l'influence des conditions climatériques de ces régions, — alternance des crues et des basses eaux, radiation solaire intense, absence de toute végétation saxophile, — les silicates manganésifères des roches ont fourni par oxydation cette mince couche superficielle de manganèse qui donne à la surface polie et comme émaillée de ces granits et de ces porphyres leur étrange patine noire.

» A la seconde cataracte, les mêmes phénomènes se sont passés à la surface des grès fortement manganésifères.

» D'après M. Schweinfurth, qui était notre compagnon de voyage en Haute-Égypte, les roches donnant naissance aux rapides du Niger et du Congo présentent la même coloration noire, due probablement aux mêmes causes. »

M. **Oudemans**, en adressant à l'Académie l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion de la mort de M. *A. Cornu*, exprime le vœu que l'on puisse prendre des mesures pour achever de publier les expériences qu'il poursuivait depuis longtemps sur la densité de la Terre.

RAPPORTS.

Sur un projet d'organisation d'un Service d'exploration scientifique en Indo-Chine.

(Commissaires : les Membres des Sections de Géographie et Navigation, Minéralogie, Botanique, Anatomie et Zoologie ; MM. Darboux et Mascart ; M. de Lapparent, rapporteur.)

« Sur l'invitation de M. le Ministre de l'Instruction publique, transmettant à l'Académie des Sciences un projet émané de M. Doumer, Gouverneur général de l'Indo-Chine, relativement à l'organisation, sous le patronage de l'Académie, d'un Service d'exploration scientifique en Indo-Chine, la Commission nommée dans le Comité secret qui a suivi la séance publique du 14 avril a procédé à l'étude de la question.

» La Commission propose aujourd'hui à l'Académie d'adopter le principe du projet, plaçant sous son patronage le Service dont la création est imminente, et pour les détails duquel le bureau de la Commission a pu se concerter directement avec M. Doumer.

» Dans ces conditions, c'est à l'Académie que reviendrait le soin de désigner au choix du Gouverneur général le Directeur du Service et les explorateurs placés sous ses ordres, en même temps qu'elle aurait à se prononcer chaque année sur la suite à donner aux travaux entamés.

» Le projet du Gouverneur général énumérant quatre spécialités distinctes : Géologie (avec Minéralogie), Botanique, Zoologie et Anthropologie, la Commission propose à l'Académie d'inscrire à l'un de ses prochains ordres du jour la nomination d'une Commission permanente de huit membres, choisis de manière à correspondre aux spécialités indiquées, et auxquels serait adjoint le Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques ; ladite Commission devant assurer l'exercice du contrôle accepté par l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1901.

MM. **Bassot** et **Mascart** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Wilde pour 1902. — MM. Berthelot, Lœwy, Maurice Levy, Bertrand, Fouqué.

Commission chargée de juger le concours du prix Cahours pour 1902. — MM. Moissan, Troost, Gautier, Haller, Berthelot.

Commission chargée de juger le concours du prix Tchihatchef pour 1902. — MM. Grandidier, Perrier, Bouquet de la Grye, de Lapparent, Van Tieghem.

Commission chargée de juger le concours du prix Jérôme Ponti pour 1902. — MM. Berthelot, Darboux, Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Gaudry.

Commission chargée de juger le concours du prix Houllevigue pour 1902. — MM. Berthelot, Darboux, Mascart, Bouquet de la Grye, Sarrau.

Commission chargée de juger le concours du prix Delalande-Guérineau pour 1902. — MM. Grandidier, Gaudry, Bouquet de la Grye, Perrier, Bassot.

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1902. — MM. Berthelot, Poincaré, Gaudry, Darboux, Lippmann.

Commission chargée de juger le concours du prix Gegner pour 1902. — MM. Berthelot, Mascart, Bassot, Faye, Michel Lévy.

Commission chargée de juger le concours du prix Trémont pour 1902. — MM. Brouardel, Lannelongue, Berthelot, Maurice Levy, Mascart.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Étude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin, par M. *A. Leclère*. (Extrait des *Annales des Mines*, oct. et nov. 1901 et sept. 1900.) (Présenté par M. Michel Lévy.)

M. **Appell**, en présentant à l'Académie le Tome I de la deuxième édition de son *Traité de Mécanique rationnelle*, s'exprime comme il suit :

« Cette deuxième édition n'est pas une simple réimpression de la première ; elle présente des changements et des additions que nous allons rapidement indiquer pour le premier Volume.

» Tout d'abord, pour les principes de la Mécanique, nous avons adopté, dans ses grands traits, le mode d'exposition que le Professeur Blondlot, de l'Université de Nancy, a communiqué au Congrès international de Philosophie de 1900.

» En Statique, nous avons commencé par établir les six conditions nécessaires d'équilibre que doivent remplir les forces extérieures appliquées à un système quelconque; nous en avons déduit, comme cas particuliers, les théorèmes relatifs à la statique des solides. Nous avons, à la suite de l'équilibre des fils, ajouté quelques pages sur l'équilibre de l'élastique plane. Dans l'établissement des équations générales d'équilibre déduites du théorème des déplacements virtuels, nous avons introduit, en adoptant la terminologie du physicien Hertz, la distinction des systèmes en deux classes : les systèmes *holonomes*, pour lesquels toutes les liaisons peuvent être exprimées *par des relations en termes finis* entre les coordonnées, et les systèmes *non holonomes*, comme le cerceau et la bicyclette, pour lesquels certaines liaisons s'expriment *par des relations différentielles non intégrables*. Enfin, nous avons consacré un paragraphe entièrement nouveau à l'etude des conditions d'équilibre d'un système dans lequel certaines liaisons sont unilatérales : les systèmes de cette nature se présentent fréquemment en Mécanique rationnelle, par exemple toutes les fois que des liaisons se trouvent réalisées à l'aide de fils; ils semblent se présenter également dans quelques équilibres physico-chimiques.

» En Dynamique, nous avons perfectionné l'exposé du mouvement vertical d'un projectile pesant dans l'air, et nous avons développé, un peu plus que dans la première édition, les principes de la gravitation universelle. Enfin, nous avons incorporé au premier Volume la Dynamique analytique du point, de façon à réunir dans un même Tome tout ce qui se rapporte au point matériel.

» Comme dans la première édition, nous avons consacré le premier Chapitre à la théorie des vecteurs, fondée sur la notion du moment linéaire de Cauchy. Une théorie de ce genre serait évidemment inutile dans un Traité de Statique seule, car elle ne ferait que répéter, avec d'autres mots, les théorèmes relatifs à la réduction des forces appliquées à un corps solide; mais elle est indispensable au commencement d'un Traité en trois Volumes, pour éviter des répétitions fastidieuses à propos de toutes les grandeurs représentées par des vecteurs, telles que les vitesses, les rotations, les accélérations, les quantités de mouvement, les forces, les tourbillons. »

M. **Janssen**, en présentant à l'Académie des photographies de la couronne solaire prises à l'île de la Réunion pendant l'éclipse totale du 17 mai 1901, par M. *Jean Binot*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part du Dr Jean Binot, des photographies de la couronne solaire prises par lui, à l'île de la Réunion, pendant l'éclipse totale du 17 mai 1901.

» On sait que cette éclipse totale avait un grand intérêt, en raison de sa longue durée. Cette durée atteignait en effet plus de 6 minutes et demie pour l'île de Sumatra, où M. le comte de la Baume Pluvinel, missionnaire du Gouvernement et de l'Observatoire de Meudon, alla l'observer.

» Mais si les conditions astronomiques à Sumatra étaient très favorables, il n'en était pas de même au point de vue météorologique; aussi avais-je vivement désiré faire également observer le phénomène à l'île de la Réunion, où la durée de la totalité était moindre sans doute, mais où les chances de beau temps étaient infiniment meilleures. M. le Dr Binot, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur et amateur très distingué de Photographie et d'Astronomie, répondit à mon appel et voulut exécuter à ses frais cette importante mission. Nous lui confiâmes une excellente lunette de photographie solaire, avec laquelle il obtint les belles images de la couronne que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Ces photographies sont précieuses en raison de l'importance de l'éclipse à laquelle elles se rapportent et aussi par le peu de succès des observations dans les autres stations. Il est, en effet, d'une haute importance pour l'avancement de nos connaissances sur la constitution du Soleil, que nous possédions sans lacunes la série des images de la couronne solaire relatives à toutes les éclipses totales importantes.

» C'est à ce titre que je veux féliciter et remercier ici le D[r] Binot de son généreux dévouement à la Science et que je prie l'Académie d'autoriser la reproduction de cette photographie de la couronne de 1901 dans ses *Comptes rendus*. »

ASTRONOMIE. — *Influence des erreurs instrumentales sur les coordonnées rectilignes des astres photographiés*. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Lœwy.

« En cherchant à m'expliquer les difficultés que nous éprouvons, pour nos clichés à longues poses de la Carte du Ciel, à réaliser l'égalité parfaite des côtés du triangle formé par les centres des trois images de chaque étoile, j'ai été amené à m'occuper des altérations que les coordonnées rectilignes des astres photographiés subissent par suite d'un défaut de coïncidence entre le pôle instrumental et le pôle vrai.

» Pour affranchir de cette influence les coordonnées x, y d'une étoile quelconque, mesurées sur un cliché, il faut leur appliquer des corrections Δx, Δy dont les parties principales (termes du premier ordre) sont :

$$\Delta x = Bx + Cy, \qquad \Delta y = B'y + C'x. \tag{1}$$

» Voici les expressions que j'ai obtenues pour les coefficients B, B', C, C', en n'ayant égard qu'aux seuls termes où figure le temps :

$$\left\{\begin{aligned} B &= -f_1\cos\varphi\cos\mathcal{D}_0\cos H - f_2\cos\varphi\sin H,\\ B' &= -f_1\cos\varphi\cos\mathcal{D}_0\cos H,\\ C &= (\eta\cos H - \xi\sin H)\,\text{séc}\,\mathcal{D}_0 + f_1\cos\varphi\,\text{tang}\,\mathcal{D}_0\sin H,\\ C' &= -(\eta\cos H - \xi\sin H)\,\text{séc}\,\mathcal{D}_0 - f_1\cos\varphi\,\text{tang}\,\mathcal{D}_0\sin H.\end{aligned}\right. \tag{2}$$

» Dans ces formules, ξ et η sont les coordonnées rectangulaires du pôle instrumental dans le plan tangent à la sphère céleste au pôle vrai; $\mathcal{D}_0$ est la déclinaison du centre du cliché; H l'angle horaire de ce centre à l'instant où la photographie est obtenue; φ est la latitude du lieu;

f_1 et f_2 désignent respectivement la flexion du tube de la lunette et celle de l'axe de déclinaison.

» Les facteurs C et C′ ayant des valeurs égales et de signe contraire, les termes Cy et $C'x$ des corrections (1) correspondent à un *changement d'orientation* de la plaque, les termes Bx et $B'y$, qui dépendent des flexions seules, expriment *un changement de distance* ou *d'échelle*. De ces deux effets, le premier est certainement le plus sensible; il s'explique aisément. Les deux grands cercles qui se coupent au point $(\mathcal{A}_0, \mathcal{D}_0)$ de la sphère céleste, et qui passent l'un par le pôle instrumental, l'autre par le pôle vrai, font entre eux un angle variable Δi fonction de l'angle horaire H, et dont l'expression, immédiatement fournie par le triangle ayant pour sommets le pôle instrumental, le pôle vrai et le point $(\mathcal{A}_0, \mathcal{D}_0)$, est la suivante :

$$\Delta i = p \sin(H - \theta) \operatorname{séc} \mathcal{D}_0, \tag{3}$$

où p désigne la distance polaire et θ l'angle horaire du pôle instrumental. En posant

$$\xi = p\cos\theta, \qquad \eta = p\sin\theta,$$

on obtient

$$\Delta i = (\xi \sin H - \eta \cos H) \operatorname{séc} \mathcal{D}_0.$$

On retrouve ainsi, au signe près, la partie des coefficients C et C′ indépendante de la flexion de la lunette.

» Puisque l'angle Δi est fonction du temps, on doit pouvoir mettre sa variation en évidence en comparant les différences d'abscisses ou d'ordonnées pour un certain nombre d'étoiles photographiées sur une même plaque dans deux angles horaires différents. La variation de Δi entre les deux poses devra être

$$\Delta i_2 - \Delta i_1 = p \operatorname{séc} \mathcal{D}_0 \sin\tfrac{1}{2}(H_2 - H_1) \cos\left(\frac{H_2 + H_1}{2} - \theta\right); \tag{4}$$

nulle pour $\frac{H_2 + H_1}{2} = \theta \pm 90°$, elle atteint sa plus grande valeur absolue pour $\frac{H_2 + H_1}{2} = \theta$, ou pour $\frac{H_2 + H_1}{2} = 180° + \theta$.

» On vérifie aisément, par l'expérience, la relation (4), comme nous l'avons fait pour l'équatorial photographique de l'Observatoire d'Alger, après avoir déterminé, pour cet instrument, les constantes p et θ. Mais il y a ici à faire une remarque fort importante : la réfraction différentielle qu'il faut appliquer aux coordonnées mesurées doit être complète, c'est-à-dire

contenir les termes qui affectent la forme d'un changement d'orientation et que, pour ce motif, nous laissons, à l'ordinaire, englobés dans la valeur de l'orientation calculée à l'aide de nos étoiles de repère.

» La variation dont la formule (4) exprime l'effet reste proportionnelle au temps pendant plus de 1 heure; cela ne veut pas dire qu'il soit permis, pour un intervalle d'une telle durée, de réduire deux images ou deux groupes d'images d'une même étoile, à l'aide d'un seul système d'éléments. Pendant 1 heure, en effet, et même pendant une durée beaucoup moindre, d'autres variations instrumentales peuvent se produire qui font que les moyennes $\frac{1}{2}(x_1+x_2)$ et $\frac{1}{2}(y_1+y_2)$ ne représentent pas réellement le point du cliché où l'image se serait formée à l'instant moyen $\frac{1}{2}(t_1+t_2)$. Il est évident qu'on s'affranchit complètement des influences de ce genre en déterminant un système d'éléments distinct pour chacun des groupes d'images. Mais on peut aussi, comme contrôle, essayer de rattacher les deux groupes l'un à l'autre en appliquant aux différences x_2-x_1 et y_2-y_1, qui leur correspondent, des corrections

$$\Delta x_2 - \Delta x_1 = bx + cy, \qquad \Delta y_2 - \Delta y_1 = b'y + c'x.$$

» Ici, x et y désignent les moyennes $\frac{1}{2}(x_1+x_2)$ et $\frac{1}{2}(y_1+y_2)$, et voici les expressions complètes des coefficients b, b', c, c', en admettant qu'aucune autre influence n'est entrée en jeu que celle des constantes de l'équatorial (flexions comprises) et celle de la réfraction. Si l'on pose :

$$K = (59'',225 - 0'',066 \operatorname{tang}^2\zeta)\sin 1'',$$
$$\frac{dK}{d\zeta} = -0'',132 \operatorname{tang}\zeta \operatorname{séc}^2\zeta \sin 1'',$$
$$\rho = K + K \operatorname{tang}^2\zeta \sin^2 q + \frac{dK}{d\zeta}\operatorname{tang}\zeta \sin^2 q,$$
$$\rho' = K + K \operatorname{tang}^2\zeta \cos^2 q + \frac{dK}{d\zeta}\operatorname{tang}\zeta \cos^2 q,$$
$$\frac{1}{2}\omega = K \operatorname{tang}^2\zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta}\operatorname{tang}\zeta \sin q \cos q,$$
$$r = -K \operatorname{tang}\zeta \sin q \cos q \operatorname{tang}\varpi_0,$$

on aura, après avoir multiplié K et $\frac{dK}{d\zeta}$ par le facteur thermo-barométrique applicable à chaque groupe,

$$b = -(B_2 - B_1 + \rho_2 - \rho_1) \qquad c = -(C_2 - C_1 + \tfrac{1}{2}\omega_2 - \tfrac{1}{2}\omega_1 + r_2 - r_1),$$
$$b' = -(B'_2 - B'_1 + \rho'_2 + \rho'_1) \qquad c' = -(C'_2 - C'_1 + \tfrac{1}{2}\omega_2 - \tfrac{1}{2}\omega_1 - r_2 + r_1).$$

» Dans ces formules, et pour chacun des deux groupes, ζ désigne la distance zénithale et q l'angle parallactique du centre de la plaque; $\rho x + \frac{1}{2}\omega y$ et $\rho' y + \frac{1}{2}\omega x$ expriment les effets de la réfraction différentielle sur les abscisses et sur les ordonnées; ry et $-rx$ sont les *termes complémentaires* de la réfraction différentielle, mentionnés plus haut. Enfin, les expressions de B_1, B'_1, C_1, C'_1 et B_2, B'_2, C_2, C'_2 sont fournies par les formules (2) pour chacun des angles horaires H_1 et H_2 correspondant aux deux groupes considérés. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques systèmes orthogonaux et leur application au problème de la déformation du paraboloïde de révolution.* Note de M. DE TANNENBERG.

« Je me propose, dans cette Note, de définir un ensemble de deux systèmes orthogonaux du plan, qui m'a permis d'obtenir, sous une forme très simple, l'expression des coordonnées d'un point d'une surface quelconque applicable sur le paraboloïde de révolution.

» 1. Considérons dans le plan deux systèmes orthogonaux donnant lieu aux identités

$$dx^2 + dy^2 = h^2\, du^2 + k^2\, dv^2,$$
$$d\xi^2 + d\eta^2 = \alpha^2\, du^2 + \beta^2\, dv^2,$$

et soient $\left(\varphi, \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$ les angles avec une direction fixe des tangentes aux lignes orthogonales qui se croisent au point (x, y). Désignons par $\left(\psi, \psi + \frac{\pi}{2}\right)$ les angles analogues pour le point (ζ, η). Supposons maintenant les deux systèmes liés de telle manière que (α, β, h, k) forment une solution du système linéaire aux différentielles totales

$$\text{(I)} \qquad \begin{cases} d\alpha - \beta\, d\varphi = h\, du, & dh - k\, d\psi = \alpha\, du, \\ d\beta + \alpha\, d\varphi = k\, dv, & dk + h\, d\psi = \beta\, dv, \end{cases}$$

qui est *complètement intégrable*, si, comme nous le supposerons,

$$\frac{\partial\varphi}{\partial u} + \frac{\partial\psi}{\partial v} = 0, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial v} + \frac{\partial\psi}{\partial u} = 0,$$

ou

$$\varphi + \psi = F(u - v), \qquad \varphi - \psi = G(u + v).$$

Verticale du lieu d'observation





Ateliers D.A. Longuet

Verticale

COURONNE SOLAIRE

ECLIPSE TOTALE DU 18 MARS 1901 *(temps civil)*

» Laissant de côté l'interprétation géométrique du système (I), je ferai remarquer d'abord que toute solution (α, β, h, k) satisfait à l'identité

$$h^2 + k^2 - \alpha^2 - \beta^2 = \text{const.}$$

» En second lieu, à toute solution telle que

$$h^2 + k^2 - \alpha^2 - \beta^2 = 1$$

correspond un système fondamental de solutions tel que

$$h_n^2 + k_n^2 - \alpha_n^2 - \beta_n^2 = 1,$$
$$h_n h_m + k_n k_m - \alpha_n \alpha_m - \beta_n \beta_m = 0,$$

où

$$m = 0, 1, 2, 3, \quad n = 0, 1, 2, 3, \quad \alpha_0 = \alpha, \quad \beta_0 = \beta, \quad h_0 = h, \quad k_0 = k.$$

» On voit que les fonctions

$$i\alpha_n, \quad i\beta_n, \quad h_n, \quad k_n \qquad (n = 0, 1, 2, 3)$$

sont les coefficients d'une *substitution linéaire orthogonale* dans l'espace à quatre dimensions.

» 2. L'application que j'ai en vue aujourd'hui repose sur ce fait que l'expression $(h\alpha_n\,du + k\beta_n\,dv)$ est une différentielle exacte :

$$h\alpha_n\,du + k\beta_n\,dv = d\theta.$$

» En particulier, pour $n = 0$,

$$h\alpha\,du + k\beta\,dv = \tfrac{1}{2}d(h^2 + k^2) = \tfrac{1}{2}d(\alpha^2 + \beta^2).$$

» Ceci posé, considérons les trois fonctions X, Y, Z,

$$\text{(II)} \qquad \begin{cases} h\alpha_1\,du + k\beta_1\,dv = i\,dX, \\ h\alpha_2\,du + k\beta_2\,dv = i\,dY, \\ h\alpha_3\,du + k\beta_3\,dv = i\,dZ. \end{cases}$$

Il est clair que

$$dX^2 + dY^2 + dZ^2 = h^2\,du^2 + k^2\,dv^2 + (h\alpha\,du + k\beta\,dv)^2;$$

or le second membre est le carré de l'élément linéaire du paraboloïde de révolution

$$\text{(P)} \qquad 2z = x^2 + y^2,$$

quand on prend u et v comme variables indépendantes. Les formules (II) font donc correspondre à chaque système (α, β, h, k) une surface applicable sur le paraboloïde P. Comme le système (I) dépend de la fonction φ, qui n'est assujettie qu'à la condition

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial v^2} = 0,$$

on prévoit que le procédé que je viens d'indiquer permet d'obtenir toutes les surfaces applicables sur le paraboloïde P. J'établirai ce point d'une manière rigoureuse dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Je montrerai également les relations entre les résultats qui précèdent et les recherches connues sur la déformation des surfaces (voir, à ce sujet, les Tomes III et IV de la *Théorie des surfaces* de M. G. Darboux). Je termine en faisant la remarque suivante :

» Soit S la surface applicable sur le paraboloïde P et correspondant à la solution (α, β, h, k). Le système conjugué commun aux surfaces S et P est formé par les lignes

$$u = \text{const.}, \qquad v = \text{const.}$$

» Enfin les lignes asymptotiques de S sont définies par les équations

$$u \pm v = \text{const.} \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations des équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **J. Clairin**, présentée par M. É. Picard.

« Les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes les plus simples sont les équations de Monge-Ampère; le théorème suivant, dont la démonstration paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société mathématique*, permet, dans des cas étendus, de ramener à une équation de Monge-Ampère une équation plus compliquée.

» Supposons qu'une équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes,

$$(1) \qquad F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0,$$

admette deux transformations infinitésimales de contact (θ) et (θ_1), qui

engendrent un groupe (g), et désignons par $\varphi_1(x, y, z, p, q)$, $\varphi_2(x, y, z, p, q)$, $\varphi_3(x, y, z, p, q)$ les trois invariants du premier ordre de (g), les équations

$$(\alpha) \quad x' = \varphi_1(x, y, z, p, q), \quad y' = \varphi_2(x, y, z, p, q), \quad z' = \varphi_3(x, y, z, p, q)$$

font correspondre à chaque intégrale de (1) une surface (S'); ces surfaces (S') sont les intégrales d'une équation du second ordre linéaire par rapport aux dérivées secondes ([1]). A toute intégrale de cette dernière équation correspondent ∞^2 intégrales de l'équation donnée que l'on peut déterminer par l'intégration d'équations différentielles ordinaires; dès que l'on en connaît une, on obtient toutes les autres en appliquant à cette intégrale les transformations du groupe (g).

» Il y a exception si l'équation donnée admet un groupe d'ordre infini de transformation de contact qui possède trois invariants du premier ordre. En opérant comme il vient d'être expliqué, on trouve une équation du premier ordre dont chaque intégrale correspond à ∞^∞ intégrales de la proposée.

» Si l'équation (1) possède un système de caractéristiques du premier ordre, la transformation (α) équivaut au produit de deux transformations de Bäcklund. »

HYDROLOGIE. — *Sur la prévision des débits minima des sources de la Vanne.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Georges Lemoine.

« On sait, d'après la loi connue de Dausse, que, dans le bassin de la Seine, où dominent les terrains perméables, les pluies d'été, en général, ne profitent presque pas aux cours d'eau et aux sources profondes. Leur débit minimum, qui a lieu généralement dans le dernier trimestre de chaque année, doit donc dépendre surtout de l'état des nappes souterraines au début de l'hiver précédent et des pluies de cet hiver. Il semble dès lors qu'on puisse, au commencement du mois de mai de chaque année, formuler une prévision pour le débit des sources du bassin de la Seine dans le courant du deuxième semestre suivant.

» Ces règles ont servi à diverses reprises à Belgrand, M. G. Lemoine et

---

([1]) Le cas où (θ) et (θ_1) sont permutables a été considéré par M. Bäcklund (*Mathematische Annalen*, t. XV, 1879).

leurs collaborateurs, à prévoir (1) surtout les débits remarquablement bas : mais il ne semble pas qu'on ait cherché à faire ce qui a été fait pour la prévision des crues, c'est-à-dire à établir des graphiques ou des formules permettant de faire dans tous les cas l'annonce du débit minimum. Ce serait cependant une vérification remarquable de la loi de Dausse.

» Parmi les sources les plus importantes de la Vanne, Cérilly, Armentières et Drains, Chigy et le Maroy, Drains du Miroir, nous avons étudié à ce point de vue les deux premières, les plus hautes, les variations du débit minimum des deux dernières, les plus basses, étant relativement faibles.

» I. — Depuis 1886, les débits moyens mensuels minima de ces sources, généralement réalisés dans le dernier trimestre de chaque année, sont liés par une relation approximative de la forme

$$Y = 1,52\,X + 158^{l},8,$$

où Y est le débit en litres par seconde de Cérilly, X celui d'Armentières et Drains. Pour des valeurs de Y variant de 253^{l} à 411^{l}, l'erreur ne dépasse pas $\frac{1}{10}$.

» II. — D'autre part, nous avons admis, entre les débits minima z, y de deux années consécutives a, a' et la hauteur x de pluies (du 1er novembre au 30 avril) de la saison froide $(a - a')$ à Troyes (2), l'existence d'une relation approximative de la forme $z = f(x, y)$, et nous avons construit les courbes $f(x, y) = z =$ const. à l'aide du résultat des années 1884 à 1902.

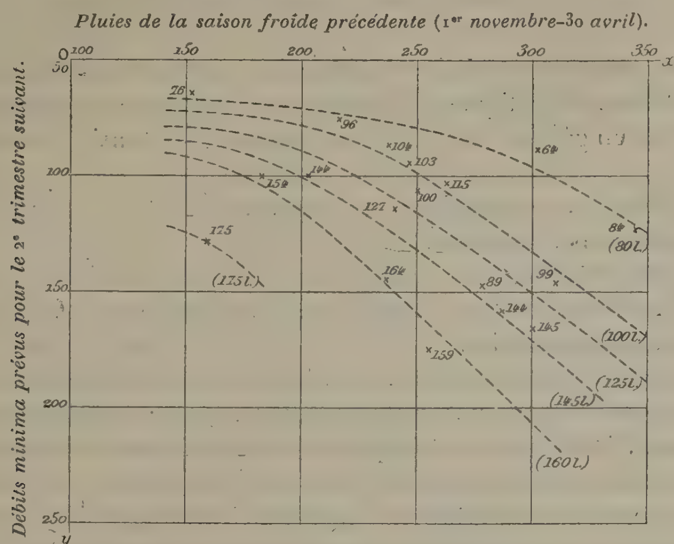
» Le graphique ci-après montre que, sauf pour l'année 1897, la loi obtenue est très régulière.

» Ce graphique s'explique suffisamment si l'on admet qu'à chaque valeur de x correspond un débit minimum déterminé D_x qui tend à se réaliser lorsque x reste le même au moins deux années de suite ; quand la différence $(y - z)$ est faible, y est toujours très voisin de D_x ; quand $(y - z)$ est fort en valeur absolue, $(D_x - y)$ est de même signe que $(y - z)$ et peut en différer plus ou moins. Ainsi, quand une saison froide pluvieuse succède à une saison froide sèche, une partie de l'eau tombée peut servir à rétablir l'imbibition du sol ; dans le cas inverse (cas des années 1873

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 25 juin 1870 ; *Comptes rendus*, 1er juin 1874, par exemple.

(2) Troyes n'est distant des deux sources en question que d'environ 30^{km}.

et 1897), cette imbibition peut servir à conserver le débit à un chiffre supérieur au débit D_x correspondant au total de pluies de la saison froide précédente [1].



Les valeurs de z correspondant chaque courbe sont indiquées entre parenthèses.

» Aujourd'hui, d'après les totaux de pluie de la saison froide 1901-1902 (234^{mm} à Troyes, 289^{mm} à Sens) on peut prévoir que les débits moyens mensuels minima des deux sources précitées, pendant le deuxième semestre de 1902, pourront s'abaisser à environ 100^{l} à 110^{l} pour Cérilly et 320^{l} pour Armentières et Drains. »

---

(1) On possède les débits minima de Cérilly et les totaux de pluie à Troyes depuis 1872 au moins. Si l'on en tient compte dans le graphique précédent, en éliminant 2 ou 3 années dont les totaux de pluie paraissent peu exacts, on a des résultats analogues. Le minimum exceptionnellement bas de 1874 se place bien dans le graphique (débit réel 72^{l}, débit prévu 80^{l}).

On peut aussi essayer de remplacer les pluies à Troyes par les pluies à Sens, qui n'est qu'à 30^{km} de Cérilly, à l'embouchure de la Vanne. Ce graphique permet, avec moins de précision, de faire les annonces, l'erreur maxima ne dépassant pas en général 30^{l}; il peut servir de contrôle à l'autre graphique.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le spectre continu des étincelles électriques.* Note de M. **B. Eginitis**, présentée par M. J. Violle.

« 1. Le spectre des étincelles électriques ordinaires jaillissant entre deux électrodes métalliques est accompagné d'un spectre continu dont l'intensité est en général très faible par rapport à l'intensité des raies.

» Ce spectre continu est ordinairement uniforme presque partout le long de l'étincelle. Au contraire, son intensité n'est pas la même dans les différentes régions du spectre.

» Sauf ce spectre continu ordinaire, on en voit rarement apparaître un autre instantané et très étroit doué d'une intensité comparable ou supérieure à celle des raies.

» Le spectre continu ordinaire dans les mêmes conditions varie avec la nature du métal dont les pôles sont constitués. Le fer, le cobalt, le nickel, le manganèse, le magnésium sont parmi les métaux dont le spectre continu est très intense.

» 2. L'intensité du spectre continu ordinaire dépend de la valeur de la self-induction du circuit de décharge. Quand la self-induction augmente, le spectre continu diminue d'intensité avec une vitesse qui dépend du métal des électrodes. Cette variation est très rapide pour les métaux plomb et mercure, tandis que pour les métaux fer, nickel, cobalt, magnésium, elle est beaucoup plus lente.

» Si la self-induction prend des valeurs de plus en plus grandes, l'intensité du spectre continu ordinaire diminue de plus en plus et, à la fin, les raies existent sur un fond absolument obscur.

» Pour tous les métaux examinés, le spectre continu s'élimine complètement pour des valeurs convenables de la self-induction, qui sont en général très petites.

» 3. D'après Cazin, la production du spectre continu ordinaire est due aux particules incandescentes arrachées aux pôles. Si l'on remarque que, d'une part, les métaux dont le spectre continu est très intense sont justement, comme nous l'avons vérifié par un examen microscopique, les métaux qui donnent un très grand nombre de particules incandescentes (fer, nickel, cobalt, manganèse), tandis que, pour les autres métaux, elles sont beaucoup moins nombreuses; et que, d'autre part, dans le cas de l'augmentation de la self-induction, les particules deviennent de plus en

plus rares, cette opinion de Cazin nous paraît comme une des excuses probables de ce phénomène.

» L'existence de ces particules peut expliquer aussi les spectres continus instantanés que nous avons cités au commencement.

» Enfin nous ajoutons que quelquefois le spectre continu est très intense au voisinage des électrodes, surtout quand ces électrodes sont des fils plus ou moins fins; ce renforcement provient de l'incandescence des extrémités des pôles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une perturbation magnétique observée le 8 mai.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Le tremblement de terre du 6 mai n'a pas eu d'action sensible sur l'enregistreur magnétique du Val-Joyeux, ni sur celui de Perpignan où les secousses ont été ressenties.

» La catastrophe de la Martinique paraît avoir eu lieu le 8 mai vers 8^h du matin, heure correspondant à midi 14^m, temps moyen de Paris. Elle ne semble pas avoir agi sur le baromètre, comme l'éruption du Krakatoa.

» A l'Observatoire du Val-Joyeux, près de Saint-Cyr, une perturbation magnétique s'est manifestée à midi 6^m et a continué jusqu'à 8^h du soir, affectant surtout la composante horizontale. Il sera intéressant de rechercher si le même phénomène a été constaté dans d'autres observatoires et s'il est en rapport avec l'éruption de la Martinique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la pluie d'encre du 7 mai 1902.* Note de **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Le mercredi 7 mai, un courant général de Nord soufflait sur la France entière; dans les différentes stations météorologiques de Paris et de la banlieue, le vent était extrêmement faible et sans direction bien déterminée. A 11^h du matin, d'épais cumulo-nimbus obscurcissaient le ciel à l'Observatoire du Parc Saint-Maur; bientôt survenait une averse de $1^{mm},1$. L'eau recueillie à midi au pluviomètre avait une teinte noirâtre nettement caractérisée.

» Je me suis assuré, de divers côtés, que l'eau tombée des toits, lavés par les pluies fréquentes des jours précédents, avait également la même

teinte, ainsi que les flaques d'eau dans les rues; du linge blanc, étalé au dehors, présentait la même particularité.

» Cette *pluie d'encre* n'a pas été localisée sur l'Observatoire et son voisinage immédiat; il est difficile d'en préciser les limites, mais j'ai pu constater que le phénomène s'est étendu au moins sur une zone de 3^{km} de long sur 2^{km} de large, embrassant les quartiers de la Varenne, d'Adamville et du Parc. Dans les réservoirs privés recevant exclusivement l'eau de pluie pour l'alimentation, notamment à Adamville, la surface était recouverte d'une écume franchement noire, assez abondante pour qu'il ait été possible d'en recueillir; le résidu de cette écume, obtenu par vaporisation de l'eau, est une poudre noire d'une extrême ténuité, ayant l'aspect de charbon pulvérisé.

» Ce phénomène est assez rare; c'est la première fois qu'il est observé ici depuis la création de la station météorologique en 1873. On l'attribue généralement aux poussières projetées dans l'atmosphère, soit par un incendie, soit par d'autres causes; ces poussières, qui peuvent être transportées loin de leur lieu d'origine dans les couches inférieures, sont saisies et précipitées au sol par les gouttes de pluie.

» Il est possible que ces parcelles charbonneuses proviennent d'un incendie qui se serait produit à Bondy, à 5^{km} au nord du Parc Saint-Maur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de formation et de stabilité des hydrures et azotures alcalino-terreux.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Moissan.

« Lorsque l'on suit, pour la préparation de l'hydrure de strontium, la méthode que j'ai indiquée (¹), c'est-à-dire lorsque l'on chauffe l'alliage cadmium-strontium en présence d'hydrogène dans un espace fermé et muni d'un manomètre à mercure, on observe différentes particularités. L'absorption de l'hydrogène par l'alliage commence vers 340°; lente à cette température, elle devient rapide à partir de 380°. Si l'on élève la température progressivement jusqu'à 470°, on observe une augmentation de pression dans l'appareil; le mercure descend dans le tube barométrique, et le dégagement gazeux continue ainsi jusque vers 570°. A partir de cette température, une nouvelle absorption d'hydrogène se produit et enfin à 675° l'hydrure commence à se dissocier.

» J'ai d'abord pensé que la première absorption d'hydrogène, suivie

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 100.

d'un dégagement du même gaz, pourrait être attribuée à la présence du cadmium, qui serait peut-être susceptible de former un hydrure facilement dissociable, mais j'ai vérifié que le cadmium pur, chauffé progressivement jusqu'à 500° dans le même appareil, n'absorbait pas d'hydrogène lorsqu'on le maintenait en présence de ce gaz.

» Les variations de pression observées ne pouvaient plus alors être attribuées qu'à la formation et à la dissociation d'un hydrure plus riche en hydrogène que SrH^2, tel que SrH^4, ou bien à la condensation par l'hydrure SrH^2 d'une certaine quantité d'hydrogène. Pour résoudre la question, nous avons fait des mesures du volume d'hydrogène absorbé ou dégagé aux différentes températures.

» Un certain poids de l'alliage cadmium-strontium ayant été introduit dans le tube de porcelaine de l'appareil, on l'y a chauffé, dans l'hydrogène, à 380°, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'absorption appréciable de gaz. Le volume d'hydrogène absorbé, ramené à 0° et 760^{mm}, fut de $211^{cm^3},8$. Puis la température fut élevée jusqu'à 500°, et il se dégagea un volume d'hydrogène qui, mesuré dans les mêmes conditions de température et de pression, était de $79^{cm^3},5$. On remplit à nouveau l'appareil d'hydrogène et l'on en éleva la température jusqu'à 600°; celle-ci fut maintenue pendant 8 heures pour éliminer complètement le cadmium, puis on laissa refroidir.

» La nacelle remplie d'hydrure de strontium SrH^2 ainsi séparé du cadmium fut alors transportée dans le tube dépourvu de cadmium d'un autre appareil analogue au premier et mise à nouveau en présence d'hydrogène. L'absorption de l'hydrogène commença alors dès la température ordinaire; après 36 heures elle était d'environ 200^{cm^3}. En même temps la plaque de verre placée comme fermeture à l'une des extrémités du tube permet de reconnaître que l'hydrure SrH^2, qui y avait été introduit à l'état pulvérulent, s'est gonflé au point de sortir de la nacelle qui le contenait. Si l'on vient à faire le vide, ou bien si l'on élève la température seulement vers 70° à 80°, de l'hydrogène se dégage à nouveau. Après refroidissement, l'hydrure absorbe encore de l'hydrogène, mais ces variations répétées de température diminuent assez rapidement son pouvoir absorbant pour l'hydrogène. Dans aucun cas nous n'avons observé de relation simple entre le volume d'hydrogène absorbé pour former SrH^2 et celui que cet hydrure peut ensuite fixer. C'est donc à une condensation de l'hydrogène par l'hydrure SrH^2, et non à la formation d'un autre hydrure plus riche, qu'il faut attribuer les particularités observées.

» On retrouve, dans la formation de l'hydrure de baryum, à partir de l'alliage cadmium-baryum, identiquement les mêmes particularités.

» L'absorption de l'hydrogène par le baryum contenu dans l'alliage commence vers 350°. Si l'on élève ensuite lentement la température, à partir d'un certain moment de l'hydrogène se dégage, puis une nouvelle absorption se produit vers 570°, température à laquelle le cadmium de l'alliage distille assez rapidement, et enfin à 675°

l'hydrure de baryum commence à se dissocier. L'hydrure de baryum non fondu, obtenu vers 570°, a, comme celui de strontium, la curieuse propriété d'absorber, dès la température ordinaire, de notables quantités d'hydrogène, avec cette seule différence que, aussi bien à la température ordinaire qu'à température plus élevée, l'absorption de l'hydrogène se fait beaucoup plus lentement dans le cas du baryum que dans celui du strontium.

» Au contraire, l'hydrure de calcium ne paraît pas susceptible de condenser l'hydrogène à aucune température.

» Lorsqu'on chauffe progressivement l'alliage cadmium-calcium en présence d'hydrogène dans un espace fermé, on voit la pression diminuer d'une manière régulière sans observer à aucun moment d'augmentation de pression, jusqu'à ce qu'on arrive à sa température de dissociation, qui est aussi de 675° environ. L'hydrure, débarrassé du cadmium à 570°, n'absorbe pas d'hydrogène à la température ordinaire, comme le font ceux de strontium et de baryum.

» Ainsi, l'absorption de l'hydrogène par les trois métaux alcalino-terreux commence à peu près à la même température pour les alliages de cadmium de même teneur, et cette température s'abaisse quand la proportion du métal alcalino-terreux contenu dans l'alliage augmente. Les hydrures formés, tout en étant beaucoup plus stables que ceux des métaux alcalins, sont cependant dissociables. Pour tous trois la dissociation commence sensiblement à la même température, que mes expériences fixent à 675°, et le dédoublement de l'hydrure s'accentue rapidement à mesure que la température s'élève.

» Bien que l'équilibre qui tend à s'établir alors entre l'hydrogène, le métal et l'hydrure ne puisse nullement être assimilé à celui d'un système hétérogène, il serait très intéressant de connaître les pressions de l'hydrogène dégagé dans la dissociation de ces différents hydrures, mais l'appareil dans lequel nous avons comparé la formation de ces hydrures, de même que les appareils analogues, ne permet pas sous ce rapport de faire des mesures exactes en raison de la volatilité des métaux alcalino-terreux et de la non-uniformité de la température aux différents points de l'appareil. On n'arrive jamais à retrouver les mêmes nombres dans des expériences effectuées dans des conditions en apparence identiques. Aussi les nombres ainsi trouvés ne sauraient avoir aucune valeur, pas plus que les résultats numériques que l'on pourrait être tenté d'en déduire.

» A la stabilité de ces hydrures alcalino-terreux se rattache la possibilité de leur décomposition par l'azote avec formation d'azotures correspondants. En partant des mêmes alliages du cadmium avec les trois métaux

alcalino-terreux, j'ai pu vérifier que ces métaux ne se combinent à l'azote qu'à une température beaucoup plus élevée que pour l'hydrogène, et que les azotures formés sont beaucoup plus stables que les hydrures. L'absorption de l'azote ne commence guère qu'à 600°, et l'azoture formé est indécomposable à 1000°, température à laquelle les hydrures sont très fortement dissociés.

» Si, au lieu de partir des alliages, on met l'azote en présence des hydrures, on constate que, à froid, les hydrures de baryum et de strontium condensent une certaine quantité d'azote, comme ils le font pour l'hydrogène. Vers 600°, l'hydrogène de ces deux hydrures est partiellement déplacé par l'azote ; mais, pour le calcium, la transformation de l'hydrure en azoture n'a lieu que vers 700°, c'est-à-dire au-dessus de la température de dissociation de l'hydrure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'anthraquinone obtenus dans l'action du bioxyde de sodium sur les aloïnes et leurs produits halogénés.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. H. Moissan.

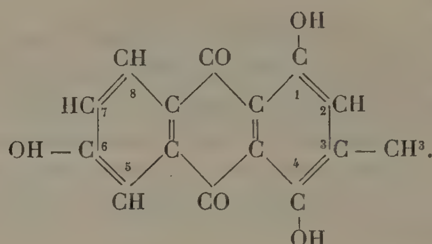
« *Action de* Na^2O^2 *sur la barbaloïne et l'isobarbaloïne.* — Si l'on projette Na^2O^2 dans une solution d'aloïne maintenue sur le bain-marie, une réaction vive se déclare et le liquide prend une coloration rouge foncé. Le produit précipité par HCl ou SO^4H^2 dilué est purifié par des cristallisations successives dans le toluène et l'alcool méthylique. De ce dernier solvant, il se dépose en aiguilles jaune orangé, brillantes, anhydres, peu solubles, possédant tous les caractères de l'aloémodine de MM. Tschirch (1) et OEsterle (2).

» La composition (3) est la même, qu'il provienne de l'une quelconque des deux aloïnes. Dans un cas, il fond à 224°,5-225°,5 (corrigé); dans l'autre, à 224° (corrigé). Il y a donc identité entre les produits des deux origines.

» Bien que ce corps présente la composition d'une trioxyméthylanthraquinone, il n'a fourni à M. OEsterle qu'un dérivé diacétylé. Il était donc intéressant de rechercher si le corps examiné renfermait 2 ou 3OH. Cette

(1) *Berichte der d. pharm. Gesell.*, t. VIII, p. 174.
(2) *Archiv der Pharm.*, 1899, p. 81.
(3) Nous publierons ailleurs les analyses de tous les corps décrits dans cette Note.

recherche n'est guère possible en opérant sur l'émodine, mais elle devient réalisable si l'on s'adresse à son dérivé tétrachloré. Celui-ci donne un éther triacétique, ce qui établit l'existence de 3OH dans ce corps et, par suite, dans l'émodine non chlorée. On peut donc représenter le produit d'oxydation des aloïnes par la formule suivante :



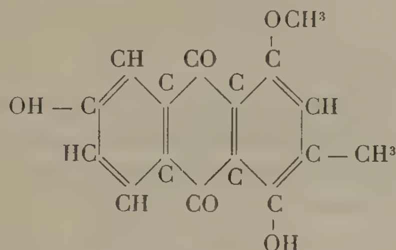
» La position des groupes substitués n'est pas établie avec certitude; cependant deux des OH (1 — 6) doivent occuper les mêmes positions que dans la chrysasine, qui est un dérivé des aloïnes. Je nommerai ce corps *méthylisoxychrysasine*, car il ne dérive pas de l'oxychrysasine déjà connue, laquelle doit avoir ses OH dans les positions 1-5-6. Chauffé avec la poussière de zinc, il se change en un carbure fusible à 208°,7 (corrigé) qui, oxydé par CrO^3, donne de l'acide anthraquinonecarbonique, transformable lui-même en anthraquinone fusible à 273°.

» *Action de* Na^2O^2 *sur la chlorobarbaloïne, la chlorisobarbaloïne et la bromobarbaloïne. — Méthylisoxychrysasine tétrachlorée* $C^{15}H^6Cl^4O^5$. — On opère comme il a été dit plus haut, mais la réaction, beaucoup plus lente, exige 8 heures. Cristallisé de l'alcool méthylique, le produit obtenu forme de fines aiguilles rouge orangé, brillantes, peu solubles, contenant H^2O. Les deux aloïnes chlorées fournissent le même corps, fusible dans un cas à 229°-231° (corrigé) et dans l'autre à 228°-230° (corrigé). Il y a donc identité entre les deux produits. Son éther triacétique s'obtient en le chauffant 100 heures à 120°-125° avec de l'anhydride acétique et un peu de chlorure d'acétyle. Cristallisé d'un mélange de chloroforme et d'acétone, il forme des aiguilles jaune pâle, longues et déliées, fusibles à 270°-271° (corrigé).

» Le dérivé bromé $C^{15}H^6Br^4O^5$, obtenu par l'action de Na^2O^2 sur la bromobarbaloïne, cristallise de l'alcool méthylique en petites aiguilles rouge-cinabre, fusibles à 264°-266° (corrigé).

» *Action de* Na^2O^2 *sur la nataloïne et l'homonataloïne.* — Le produit de

la réaction cristallise de l'alcool méthylique en longues aiguilles jaune orangé pâle, anhydres, fusibles à 238° (corrigé), sublimables. Ce dérivé, identique pour les deux aloïnes, se dissout dans les alcalis avec une coloration jaune orangé et dans SO^4H^2 concentré avec une belle coloration violette. L'analyse conduit à la formule $C^{16}H^{12}O^5$, qui peut s'écrire



» La position des groupes substitués est indéterminée. Ce corps représente l'éther méthylique d'une trioxyméthylanthraquinone. Je lui donnerai le nom provisoire de *méthylnataloémodine*. Chauffé avec Zn, il donne un carbure cristallisé en lamelles à reflets verdâtres qui, oxydé par CrO^3, se change en un corps soluble dans AzH^3 dilué comme l'est l'acide anthraquinonecarbonique. Chauffé avec HCl à 170°, il se change en un composé $C^{15}H^{10}O^5$ (?), que je nommerai *nataloémodine*, cristallisant dans l'alcool méthylique en longues aiguilles rouge orangé foncé, renfermant H^2O, fusibles à 220°,5 (corrigé) au lieu de 238°, donnant avec SO^4H^2 concentré une coloration rouge-groseille et non violette, et avec NaOH une coloration violette et non rouge orangé.

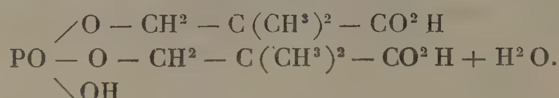
» En même temps que la méthylisoxychrysasine il se forme, dans l'action de Na^2O^2 sur les aloïnes, des corps doués des propriétés des pentoses et possédant notamment le pouvoir rotatoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel acide diméthylglutarique.* Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré, dans une Note précédente, que la condensation de l'éther bromoisobutyrique avec le trioxyméthylène fournit l'oxypivalate d'éthyle, bouillant à 85°-87° sous 16^{mm}.

» Celui-ci réagit sur le pentabromure de phosphore et donne le bromopivalate d'éthyle, qui bout à 83°-84° sous 20^{mm}. Le rendement en éther bromé est assez faible et ne dépasse pas 35 pour 100, fait qui tient à ce que

l'oxybromure de phosphore qui prend naissance réagit lui-même sur l'oxypivalate d'éthyle. On obtient en effet, à côté de l'éther bromé, un liquide huileux et acide qui, saponifié par la potasse, fournit le phosphate dioxypivalique



$$PO \begin{cases} O - CH^2 - C(CH^3)^2 - CO^2H \\ O - CH^2 - C(CH^3)^2 - CO^2H + H^2O. \\ OH \end{cases}$$

» Ce corps cristallise très bien dans l'éther acétique, perd à 100° sa molécule d'eau et fond anhydre à 147°; il se comporte comme triacide à la phtaléine, donne des sels bien cristallisés et présente une extraordinaire résistance à la saponification.

» J'avais pensé que le bromopivalate d'éthyle conduisait facilement à la synthèse de l'acide αα-diméthylglutarique qu'on obtient par oxydation des dérivés du camphre. En réalité, on obtient bien un acide $C^7H^{12}O^4$, mais qui est entièrement différent de l'acide diméthylglutarique du camphre.

» Cette synthèse se réalise en condensant le bromopivalate d'éthyle et le cyanacétate d'éthyle potassé, en solution dans l'alcool absolu. Il se forme ainsi un éther cyané



$$C^2H^5 - O - CO - (CH^3)^2C - CH^2 - CH(CAz)CO^2C^2H^5$$

qui bout à 166° sous 16mm. Le rendement est défectueux, et une quantité très notable de l'éther bromé n'entre pas en réaction; il est intéressant de remarquer combien le degré de substitution des atomes de carbone voisins peut influer sur l'aptitude à réagir d'une fonction dérivé halogéné même primaire. La saponification de l'éther cyané et la décomposition par la chaleur du composé malonique formé donnent un acide qui a été purifié par transformation en anhydride. On obtient ainsi un anhydride liquide, mais cristallisant par refroidissement dans le chlorure de méthyle, et bouillant à 165°-167° sous 34mm. Traité par l'aniline, cet anhydride donne un acide phénylamidé fondant à 131° et dont la déshydratation par la chaleur conduit à une phénylimide fusible à 189°. Avec la *p.*-toluidine, l'anhydride donne de même un acide *p.*-tolylamidé qui fond à 138°. Enfin, par ébullition de l'anhydride avec l'eau, on obtient un acide $C^7H^{12}O^4$ qui, purifié par cristallisation dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, fond à 74°-75°. Cet acide est très résistant à l'oxydation : chauffé à 115°-120° pendant 3 heures avec un mélange d'acide azotique (1 p.) et d'acide sulfurique (3 p.), il n'est pas sensiblement altéré.

» Les caractères précédents différencient complètement l'acide synthétique de celui qui dérive du camphre et de tous les acides $C^7H^{12}O^4$ connus. Comme, d'ailleurs, il est difficile de mettre en doute la constitution de l'acide diméthylglutarique du camphre, l'acide synthétique constituerait peut-être un acide αβ-diméthylglutarique, ce qui exigerait une transposition

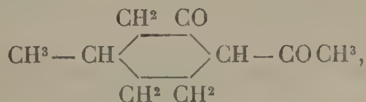
moléculaire très profonde au cours des réactions. La constitution de l'acide oxypivalique étant certaine, car cet acide fournit par oxydation l'acide diméthylmalonique, celle de l'acide bromopivalique ne l'est pas moins, car cet acide, traité par les alcalis, régénère quantitativement l'acide oxypivalique, fusible à 124°; dès lors, la transposition moléculaire n'aurait pu se produire qu'au cours de la condensation du dérivé bromé avec le cyanacétate d'éthyle potassé.

» Je m'occupe de vérifier ce fait par la synthèse des acides αβ-diméthylglutariques, qui n'ont été encore obtenus qu'à l'état très impur par M. Montemartini, et si l'hypothèse d'une transposition se trouvait confirmée, cet exemple montrerait d'une façon particulièrement nette que la méthode synthétique n'apporte pas plus de certitude dans l'étude des constitutions que la méthode analytique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la menthone*. Note de M. **Georges Leser**, présentée par M. A. Haller.

« Dans divers Mémoires, publiés au *Bulletin de la Société chimique*, j'ai étudié les β-dicétones externes-internes, que l'on obtient par condensation des cétones cycliques avec l'éther acétique, et j'ai montré que les propriétés acides de ces composés, bien qu'ils ne renferment plus qu'un seul atome d'hydrogène mobile, sont en tous points comparables à celles des β-dicétones acycliques non substituées.

» On sait, d'autre part, que la méthylcyclohexanone-3 doit actuellement être considérée comme une combinaison synthétique, puisque Einhorn et Ehret en ont obtenu la forme racémique par distillation du sel de calcium de l'acide β-méthylpimélique normal, qui, lui-même, se prépare en hydrogénant l'acide dibromométacrésotinique. Or la méthyle-1 acétyle-4 cyclohexanone-3



que j'ai décrite, résulte de la condensation de la modification droite de cette cyclanone avec l'éther acétique, et elle présente un intérêt tout particulier, puisque, si l'on parvient à substituer à l'atome d'hydrogène mobile le radical isopropyle, on obtiendra l'acétylmenthone qui, par hydrolyse, devra au moins partiellement se transformer en menthone.

» Le dérivé sodé ne donnant que des résultats incertains, j'ai eu

recours au sel potassique et, quoique les rendements ne soient pas bons, j'ai pu pourtant préparer une petite quantité de dicétone isopropylée.

» Dans cette réaction avec le sel de potassium, la présence d'alcool ne semble pas être défavorable, car je n'ai constaté la formation d'aucun produit de dédoublement : 6^g de potassium sont dissous dans 60^g d'alcool absolu, puis, après refroidissement, j'ajoute 25^g d'acétylméthylcyclohexanone et un petit excès d'iodure d'isopropyle (30^g). Le tout est chauffé en vase clos, au bain-marie bouillant, pendant 3 heures : au bout de ce temps, il s'est déposé abondamment de l'iodure de potassium, et la liqueur est neutre. J'évapore alors l'alcool et je précipite par l'eau une huile qui, reprise à l'éther et lavée plusieurs fois avec de la soude caustique diluée, est finalement rectifiée sous pression réduite. Après deux distillations fractionnées, j'ai obtenu, de 133° à 135° sous 13^{mm}, un liquide d'odeur faiblement menthée qui se colore encore légèrement au contact du perchlorure de fer, ce qui indique que, malgré les traitements répétés à la soude et les rectifications, il n'a pas été possible d'éliminer complètement les dernières traces de dicétone non substituée. Les constantes physiques de l'acétylmenthone sont les suivantes :

Ébullition : 133°-135° sous 13^{mm}.

$$D_{15} = 0,967,$$
$$n_D = 1,45737.$$

» La réfraction moléculaire a été trouvée égale à 55,3 (calculé pour la forme dicétonique : 55,6).

» En traitant ce composé par la potasse méthylalcoolique, j'ai isolé quelques grammes d'une cétone bouillant exactement à 207°-208° sous pression normale, possédant l'odeur caractéristique de la menthone : le produit obtenu a été partagé en deux portions : l'une destinée à la préparation de la semi-carbazone, l'autre à celle de l'acide menthoximique. La semi-carbazone de la menthone synthétique fond à 179°-180° et donne à l'analyse les résultats correspondant à la formule $C^{11}H^{21}OAz^3$.

» L'acide menthoximique a été préparé suivant les indications d'Ad. von Baeyer et Manasse, en traitant la cétone par le nitrite d'amyle et l'acide chlorhydrique ; après cristallisation dans l'alcool aqueux, le point de fusion en a été trouvé à 98°-99°, et l'analyse a fourni les chiffres correspondant à $C^{10}H^{19}O^3Az$.

» Je continue l'étude de cette menthone synthétique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la composition et l'âge des terrains métamorphiques de la Crète.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Je rappellerai plus tard la part glorieuse qui revient aux savants français dans l'étude de la géologie de l'Orient, et les différentes opinions qui ont été formulées sur la position stratigraphique des terrains métamor-

phiques de cette région. La question de l'âge de ces terrains n'est pas encore sortie du domaine de l'hypothèse, malgré les importants travaux qui ont été consacrés à la Grèce et à l'Archipel, depuis une dizaine d'années. C'est ce problème qui a le plus sollicité mon attention, au cours de la première mission que j'ai faite en Orient l'année dernière, avec M. Ed. Ardaillon. L'exposé de la solution qui paraît s'imposer fait le principal objet de cette Note.

» Composition de la série métamorphique de la Crète occidentale. — Les terrains métamorphiques de la Crète occidentale forment une série puissante, d'environ 3000^{m}, comprenant des roches de nature très diverse, groupées sous le nom de *Talcschistes* et rapportées aux *terrains primitifs* par M. Raulin. On peut y distinguer les termes suivants, à partir de la base :

» *Gypse* (200^{m}). — L'assise la plus inférieure visible est une masse de gypse blanc, non stratifié, finement saccharoïde, affleurant sur une grande surface sur la côte ouest.

» *Dolomies et cargneules* (400^{m}-500^{m}). — Le gypse est surmonté par une dolomie grise, cristalline, pulvérulente ou cohérente, compacte ou caverneuse, quelquefois bréchoïde et rarement oolithique.

» *Calcaires phylliteux*. — Les couches immédiatement supérieures aux dolomies ont une composition variable suivant les points. Elles sont toujours plus ou moins calcaires, et parfois elles le sont essentiellement, comme dans le Sud-Ouest, où elles constituent une série calcaréo-phylliteuse qui atteint, par exception, 500^{m} de puissance. Cette assise est alors caractérisée par une alternance régulière de bancs de calcaire phylliteux et de lits de schistes satinés. Les calcaires sont toujours métamorphisés; il en est qui sont à peine cristallins et qui renferment encore des organismes microscopiques. Des recherches persévérantes permettent toujours de trouver des fossiles dans ces calcaires.

» *Quartzites et schistes phylliteux inférieurs* (600^{m}).

» *Cipolins et poudingues* (400^{m}-500^{m}). — L'un des traits les plus caractéristiques des terrains métamorphiques de l'Ouest est formé par une grande masse de cipolins, surmontés par 200^{m} de poudingues à galets de quartzites (anagénites de M. Raulin).

» *Quartzites et schistes phylliteux supérieurs*.

» *Phyllades noirs* fossilifères. Les deux derniers termes réunis mesurent au moins 600^{m}.

» Cette série, formée d'assises concordantes, est loin d'être rigoureusement la même partout, par suite notamment de l'allure lenticulaire des cipolins et des conglomérats, et de l'intensité variable du métamorphisme.

» Caractères du métamorphisme. — La cristallinité des dépôts n'est pas régulièrement décroissante de la base au sommet, et l'intensité de leur métamorphisme est indépendante de leur niveau. Parmi les exemples que je pourrais invoquer pour appuyer cette observation, je citerai les suivants :

» 1. Certains calcaires phylliteux diffèrent à peine des calcaires pri-

maires du nord de la France, et renferment encore des organismes microscopiques, tandis que les cipolins qui appartiennent à un niveau beaucoup plus élevé sont très largement cristallisés.

» 2. Sur la côte ouest, il existe des schistes relativement peu métamorphiques dans la série des quartzites et schistes inférieurs; les poudingues ne renferment que des galets non déformés, souvent dégagés de la roche. On trouve sur la côte nord, dans l'assise des quartzites et schistes inférieurs, et au voisinage des cipolins, de beaux micaschistes feldspathiques à très grands cristaux; les poudingues sont transformés en conglomérats très cristallins, à galets déformés, parfois étirés et laminés.

» 3. C'est dans cette dernière région, où le métamorphisme le plus développé de toute la série et de toute la Crète occidentale s'observe à la partie moyenne des terrains supérieurs aux calcaires phylliteux, que se trouvent les phyllades noirs fossilifères les moins métamorphiques de tout le pays parcouru.

» Je me borne à noter ici qu'il faut absolument écarter toute idée de complication tectonique quelconque, pour interpréter l'allure capricieuse du métamorphisme.

» L'examen micrographique sommaire d'un grand nombre de roches de cette série met en évidence de grandes analogies de composition avec celles du Trias métamorphique de la Vanoise, si bien étudiées par M. Termier.

» Roches éruptives. — J'ai reconnu une série basique, comprenant des porphyrites, mélaphyres amygdaloïdes, gabbros, péridotites et serpentines. Les roches à glaucophane sont très répandues.

» Données paléontologiques. — On ne trouve de fossiles dans ces terrains métamorphiques qu'à la condition de les chercher avec la plus grande attention, et sans se laisser décourager par de nombreux insuccès. Il existe deux niveaux fossilifères : l'inférieur, représenté par les calcaires phylliteux formant le centre des anticlinaux avec le gypse et la dolomie, et le supérieur par les phyllades noirs du sommet de la série. Les fossiles des calcaires sont incrustés de phyllites, et leur détermination est souvent malaisée. Ceux des phyllades sont mieux conservés, et plusieurs coquilles ont encore leur charnière intacte.

» La liste provisoire et incomplète de ces fossiles est la suivante :

» Calcaires phylliteux. — *Ammonites* sp., divers Gastéropodes en sections, *Cardinia* sp., *Myophoria* sp. ou *Myophoriopis* sp., *Nucula* (?) sp., *Mytilus* sp., *Avicula* (?) sp., *Cassianella* sp., *Pecten* sp., *Ostrea* sp., *Terebratula* sp., *Spiriferina* sp., *Encrinus* sp., etc.

» Phyllades noirs. — *Myophoria* sp., *Myophoria* sp. ou *Myophoriopis* sp., *Myophoricardium* (?), *Leda* (plusieurs espèces), *Arca* sp., *Pecten* sp., etc.

» Conclusions. — C'est au Trias du type méditerranéen, et probablement au Trias supérieur, qu'il faut rapporter la série métamorphique de la Crète occidentale; il n'est pas impossible qu'elle empiète un peu sur le Lias.

» Cette conclusion n'intéresse pas seulement les terrains métamorphiques de la Crète. Elle s'étend à ceux du Péloponèse, dont ils représentent le prolongement direct, et aux terrains cristallins de l'Attique, que j'ai également étudiés sur place avec M. Ardaillon.

» Le Trias métamorphique de la Crète, avec son cortège de roches éruptives, rappelle celui des Alpes occidentales, à bien des titres. Je me propose d'en faire connaître la tectonique dans une Note ultérieure. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur certaines réactions chromatiques des globules rouges du sang des diabétiques.* Note de M. **J. Le Goff**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les globules rouges du sang, dans le diabète sucré, ont une affinité spéciale pour les couleurs d'aniline basiques : lorsqu'on plonge une lame de sang diabétique, fixé par la chaleur, dans une dissolution de la combinaison *éosine-bleu méthylène*, on constate que les hématies diabétiques décomposent cette combinaison pour s'emparer du *bleu méthylène* alors que celles du sang normal, dans les mêmes conditions, prennent l'*éosine*. Cette différence de coloration ne se produit plus si l'on a soin d'enlever l'hémoglobine par un lavage convenable. Il est donc vraisemblable que l'hémoglobine est l'un des facteurs de la réaction.

» Dans une Communication faite à la Société de Biologie (le 28 juillet 1900) j'ai montré que l'hémoglobine normale, fixée sur lames par la chaleur, se colore par les couleurs d'aniline acides; que l'hémoglobine additionnée d'une quantité convenable de glucose, de lévulose ou de xylose, et fixée dans les mêmes conditions, ne se colore plus par les couleurs acides, mais prend avec énergie les couleurs d'aniline basiques.

» Depuis, sur l'invitation de M. le professeur Arm. Gautier, j'ai recherché quelle était l'action de l'aldéhyde éthylique, de l'acétone ordinaire sur l'hémoglobine, et j'ai constaté que l'hémoglobine additionnée d'acétone ou d'aldéhyde se colorait aussi par les couleurs basiques.

» L'influence des corps cétoniques ou aldéhydiques paraît donc être assez générale.

» Partant de là, j'ai recherché s'il était possible de produire la réaction du sang diabétique avec du sang normal rendu hyperglycémique.

» Pour cela, je puise 20 millim. cubes de sang par piqûre du quatrième doigt de la main gauche chez une personne non diabétique, j'étends ce sang sur lames, j'y ajoute 20 millim. cubes d'une solution au centième de glucose pur dans du sérum physiologique, je fixe par la chaleur puis je colore pendant 5 minutes. De cette façon, les globules rouges perdent la propriété de se colorer par le rouge congo et le bleu méthyle. Plongés dans le réactif éosine-bleu méthylène (réactif du sang diabétique) ils prennent énergiquement le bleu méthylène. J'ai obtenu des résultats identiques en substituant au glucose, de l'aldéhyde, de l'acétone, du lévulose, du xylose.

» Le saccharose, au contraire, ne modifie pas la coloration des globules rouges du sang normal.

» J'ai ajouté à du sang préalablement *fixé* par la chaleur une solution de glucose dans une proportion bien supérieure à celle indiquée précédemment, sans obtenir de modification dans les réactions chromatiques des globules rouges. Le glucose n'agit donc pas sur le sang desséché, mais seulement sur le sang frais.

» Par des injections intraveineuses de glucose j'ai obtenu chez le lapin une glucosurie transitoire et j'ai constaté que dans ces conditions les globules rouges présentaient les réactions chromatiques du sang diabétique. Il faut donc admettre que les deux facteurs de la réaction sont le glucose et l'hémoglobine. Ces deux corps semblent former dans le sang des diabétiques une sorte de combinaison que j'étudie en ce moment et qui permettra peut-être de saisir le mode d'oxydation des hydrates de carbone dans l'organisme et la cause de leur élimination dans le diabète sucré. »

M. **Mitour** adresse une Note portant pour titre : « Phosphorescence et phosphorographie. »

(Commissaires : MM. Marey, Lippmann, Becquerel.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.